

УДК 664.3.032:544.77.051

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.37470

## ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ОЗДОБЛЮВАЛЬНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

© С. Б. Омельченко, А. Б. Горальчук, Н. В. Федак

*Представлено аналіз експериментальних даних щодо визначення параметрів технологічного процесу виробництва оздоблювальних напівфабрикатів на основі рослинних олій. Визначено основні критерії контролю виробництва оздоблювальних напівфабрикатів, узагальнено результати досліджень параметрів відновлення молочної сировини, параметрів гомогенізації емульсії, що дозволяють отримати напівфабрикат, збивання якого забезпечує високу піноутворюючу здатність, стійкість піни та механічну міцність піни оздоблювальних напівфабрикатів*

**Ключові слова:** піна, емульсія, піноемульсійна система, напівфабрикат, гомогенізація, піноутворююча здатність, механічна міцність

*It is shown the analysis of the experimental data to determine the parameters of the technological process of production of finishing semi-finished products based on vegetable oils. The main criteria for the control of production of finishing semi-finished products are determined. It is summarized the research results of restore parameters of raw milk, parameters of emulsion homogenization that allow to obtain a semi-finished product,, whisking which provides high foaming ability, foam stability and mechanical strength of foam of finishing semi-finished products*

**Keywords:** foam, emulsion, foam and emulsion system, semi-finished product, homogenization, foaming ability, mechanical strength

### 1. Вступ

Встановлено, що кондитерські вироби користуються значним попитом у населення, що підтверджується широким асортиментом продукції.

Оздоблювальні напівфабрикати широко застосовуються при виробництві борошняних кондитерських виробів. Їх основне призначення – розширення асортименту, покращення смаку й аромату кондитерських виробів, надання їм привабливого зовнішнього вигляду та ін.

Борошняна кондитерська продукція, що випускається не в повній мірі задовольняє попит споживачів, головним чином, за рахунок високої енергетичної цінності, високої ціни, незадовільних органолептичних показників і незадовільних показників якості оздоблювальних напівфабрикатів через їх низьку піноутворюючу здатність (ПЗ), стійкість піни (СП), низьку механічну міцність піни, що не дозволяє введення широкого асортименту наповнювачів.

З метою забезпечення високих показників якості готового напівфабрикату, а в подальшому високих показників якості кондитерських виробів чи десертної продукції з його використанням, актуальним є розробка технології оздоблювальних напівфабрикатів, що дозволить вирішити недоліки притаманні існуючим оздоблювальним напівфабрикатам.

### 2. Аналіз літературних даних

На основі аналітичних досліджень встановлено зацікавленість фахівців та виробників оздоблювальних напівфабрикатів на основі рослинних олій, що виявляється у великій кількості розроблених технологій. Вітчизняними вченими: Просековим А. Ю. [1], Кандабаєвим В. В. [2] та зарубіжними вченими

Е. Dickinson [3] проводяться дослідження в цій області, але вони направлені на дослідження рецептурного складу, покращення технологічного процесу виробництва, регулювання жирової фази, товарознавчій оцінці оздоблювальних напівфабрикатів на основі рослинних олій.

Слід відмітити, що одним із важливих критеріїв у виробництві оздоблювальних напівфабрикатів є дотримання параметрів технологічного процесу, так як від цього залежить якість готового продукту.

### 3. Мета роботи

Метою роботи є визначення раціональних параметрів технологічного процесу на різних етапах виробництва оздоблювального напівфабрикату на основі рослинних олій.

### 4. Методика експериментів

Загальний вміст білка у розчині визначали методом К'ельдаля за ГОСТ 26889 [4] після центрифугування розчинів протягом 10×60 с, за 1500 об/хв.

Піноутворюючу здатність та стійкість пін визначали за методом Лур'є [5]. Розрахунок піноутворюючої здатності здійснювали за формулою:

$$ПЗ = \frac{V_n}{V_p} \times 100,$$

де ПЗ – піноутворююча здатність розчину, %;  $V_n$  – об'єм піни, мл;  $V_p$  – об'єм розчину до збивання, мл.

Диференційний розподіл діаметру дисперсної фази проводили методом їх підрахунку на одержаних мікрофотографіях допомогою програмного засобу Photo M. 2.1. Механічну міцність піни визначення величини граничної напруги зсуву (ГНЗ) визначали

на лабораторному пенетрометрі Labor. Під час вимірювання використовувався напівсферичний індентор [6].

### 5. Визначення раціональних параметрів технологічного процесу виробництва оздоблювальних напівфабрикатів на основі рослинних олій

Для одержання високоякісних оздоблювальних напівфабрикатів на основі рослинних олій необхідно враховувати ряд чинників, пов'язаних з впливом рецептурних компонентів та параметрів технологічного процесу їх виробництва.

З метою обґрунтування вмісту рецептурних компонентів в складі багатокомпонентного оздоблювального напівфабрикату на основі рослинних олій нами формалізовано склад та визначено раціональний вміст основних рецептурних компонентів [7, 8], а саме: молочна сировина – молоко сухе знежирене (СЗМ) – джерело молочного білка, який виконує роль емульгатора на етапі створення прямої емульсії та роль піноутворювача на етапі збивання напівфабрикату; жировий компонент (какао-олія гідрогенізована забезпечує швидку кристалізацію, різкий профіль плавлення), який сприяє формуванню структури оздоблювального напівфабрикату, її стабілізації, забезпечує необхідну текстуру та консистенцію. При виробництві оздоблювального напівфабрикату використовують системи з трьох поверхнево-активних речовин (ПАР) E472e (ГЛБ 8-10), E472b (ГЛБ 2-5), E322 (ГБЛ 4), при чому співвідношення суми E472b і E322 з низьким ГЛБ, що забезпечують утворення зворотної емульсії, та E472e з високим ГЛБ, становить 1,5:1. ПАР E472b, E472e, E322 – є безпечними харчовими добавками і дозволені до використання в харчовій промисловості практично без обмежень так якіяф мають статус GRAS та використовуються в необхідній технологічній кількості. Стабілізатор натрій

карбоксиметилцеллюлоза вводиться в систему для флоатфлюкуляції жирової фази під час збивання, стабілізації білків молока при зниженні рН утворюючи комплекси.

Враховуючи рецептурний склад оздоблювального напівфабрикату необхідним є введення під час відновлення знежиреного молока фосфату натрію. Для забезпечення розчинення білків молока та руйнування пара-казеїн-кальцій-фосфатного комплексу, забезпечуючи збільшення ПЗ.

Розроблено принципову технологічну схему виробництва оздоблювального напівфабрикату на основі рослинних олій (рис. 1).

Технологічний процес виробництва напівфабрикату здійснюється у такій послідовності: підготовка сировини та компонентів, одержання відновленого знежиреного молока емульгуванням олій, гомогенізація емульсії, охолодження, дозрівання.

З метою максимальної реалізації поверхнево-активних речовин, корекції рН знежирене молоко відновлюється з фосфатами натрію при нагріванні, яке дозволяє декальціонувати казеїн-кальцій-фосфатний комплекс і підвищити поверхневу активність білків молока.

Важливим при виборі режимів теплової обробки [9] є збереження оболонки жирових кульок, отримання стійкої стабільної емульсії і функціональних властивостей білка.

На першому етапі досліджень визначено кількість розчинених білків молока від температури відновлення як критерія повноти відновлення молока.

Відновлення молока здійснювали в присутності фосфату Na, що забезпечує рН=7,0. З метою забезпечення кінцевої емульсії величини рН=6,5...6,7, що викликано введенням E472b у складі якого міститься лимонна кислота, що знижує рН системи.

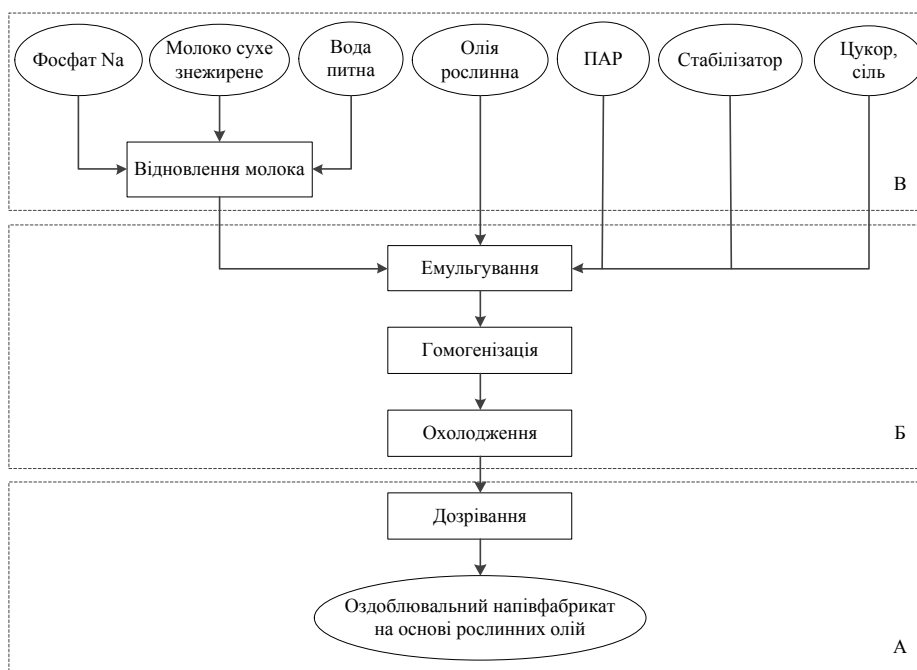


Рис. 1. Принципова технологічна схема виробництва оздоблювального напівфабрикату на основі рослинних олій

Вміст сухого знежиреного молока в складі оздоблювального напівфабрикату складає 3,5 %, що при повному його розчиненні забезпечить кількість білка у розчині  $1,1 \pm 0,05$  %. Тому раціональною температурою відновлення молока буде температура, що забезпечить повний перехід білка у розчин (рис. 2). Встановлено, що здійснення повноти відновлення молока досягається за температури  $75 \pm 2$  °С.

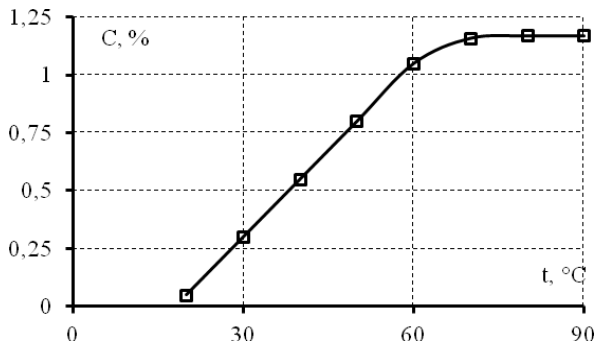


Рис. 2. Залежність кількості розчинного білка від температури відновлення сухого знежиреного молока

Після відновлення молока здійснюють емульгування олії. Раціональними параметрами емульгування є температура відновлення молока, так як за цієї температури всі ПАР знаходяться у розчинному стані, що забезпечує максимальну реалізацію їх технологічних властивостей. Виходячи з цього температура до якої необхідно нагріти олію складає  $75 \pm 2$  °С, найбільш тугоплавким є E472e.

Наступним етапом технологічного процесу є гомогенізація. Відомо, що параметри гомогенізації визначають механічну міцність піни, в'язкість системи і органолептичні показники готового продукту.

Метою процесу гомогенізації є зменшення розміру жирових кульок, до такої величини, що забезпечить десорбцію білків молока, що в подальшому інтенсифікуватиметься охолодженням напівфабрикату.

Вченими доведено [10, 11], що величина діаметру жирових кульок емульсії впливає на стійкість емульсії: із збільшенням діаметру жирових кульок органолептичні показники оздоблювального напівфабрикату погіршуються. Базуючись на тому, що стабілізація емульсії білками описується структурно-механічним чинником стабілізації. Граничними умовами дії даного чинника є мінімальний діаметр 4–6 мкм. Таким чином, необхідно забезпечити диспергування жирової фази з одержанням жирових частинок з діаметром менше 4–6 мкм, що забезпечить десорбцію білків з міжфазної границі вода – олія та забезпечить на етапі збивання піноутворення за участю білків молока та агломерацію жирових частинок як необхідного чинника забезпечення механічної міцності піни. Агломерація частинок жирової фази можлива за рахунок низької кількості чи відсутності білків у міжфазному шарі вода – олія та наявності ПАР, які інтенсифікують процес агломерації.

В результаті проведених експериментальних досліджень визначено [12], що здійснення процесу гомогенізації рецептурної суміші необхідно здійснювати в дві стадії, за 100 атм. перша стадія (рис. 3) та 50 атм. друга стадія (рис. 4). Оскільки, використання одностадійного процесу гомогенізації призводить до низької піноутворюючої здатності напівфабрикату зниженню в'язкості і поганий збиваємості напівфабрикату. При зберіганні оздоблювального напівфабрикату (понад 12 год), який пройшов одностадійний процес гомогенізації збільшується в'язкість тобто виникає передчасна агломерація жиру, використовуючи двостадійний процес гомогенізації здійснюється попередження злипання жирових кульок, що забезпечується другою стадією гомогенізації (рис. 4).

Встановлено, що зі збільшенням тиску гомогенізації з 20 до 120 атм. число жирових кульок діаметром 0,1...0,3 мкм збільшується з  $15 \pm 0,75$  до  $100 \pm 4,5$  % (рис. 3, крива – □).

Збільшення тиску гомогенізації сприяє збільшенню механічної міцності піни. Так, зі збільшенням тиску гомогенізації з 20 до 100 атм. механічна міцність системи збільшується з  $700 \pm 18$  до  $3200 \pm 100$  Па (рис. 3, крива – ◇). Подальше збільшення тиску не забезпечує збільшення механічної міцності піни, тому раціональним тиском гомогенізації на першій стадії є 100 атм.

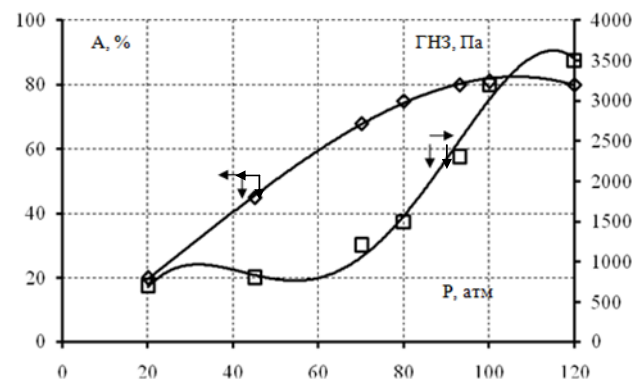


Рис. 3. Залежність вмісту фракції жирових частинок з розмірами 0,1...0,3 мкм (◇) та механічної міцності піни оздоблювального напівфабрикату від тиску першої стадії гомогенізації (□)

З метою забезпечення відсутності агломерації жирової фази в процесі зберігання визначається раціональний тиск гомогенізації другої стадії. Встановлено, що за тиску 50 атм. агломерати жирової фази відсутні (рис. 4).

Після процесу гомогенізації продукт охолоджується до температури  $t = 4...8$  °С. Параметри охолодження визначають механічну міцність, еластичність суміші та попереджають зворотній процес адсорбції білків на межі розділу фаз вода – олія. Охолодження по здійснюють з метою забезпечення дрібних однорідних кристалів жиру. Швидке охолодження забезпечує спонтанну кристалізацію жиру. В результаті утворюються дрібні кристали альфа форми, які формують стійкий шар навколо жирових кульок.

Проте повільне охолодження призводить до утворення великих бета – кристалів, які здатні проникнути через захисну ліпопротеїнову плівку жирових кульок. Такі жирові кульки наближаються один до одного незахищеними місцями і передчасно злипаються. Зниження температури забезпечує збільшення поверхневої активності низькомолекулярних ПАВ, що забезпечує відсутність повторної адсорбції на збільшеній поверхні розділу фаз вода – олія білків молока. Кристалізація жиру відбувається у часі тому з метою забезпечення повної кристалізації технологічно необхідним є визначення тривалості кристалізації жирової фази – дозрівання.

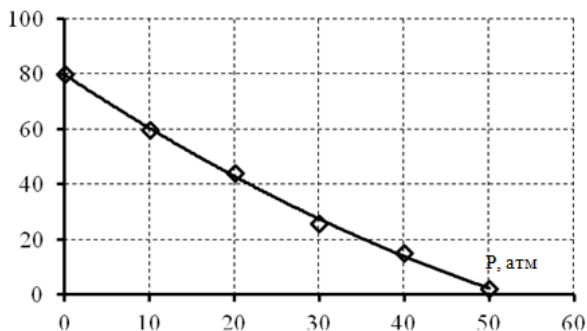


Рис. 4. Залежність вмісту агломерації жирових частинок від тиску (другої стадії) гомогенізації

В ході процесу дозрівання оздоблювальних напівфабрикатів, кристали, які утворилися після охолодження, повторно відстоюються і утворюють компактний жорсткий шар навколо жирових кульок, це впливає на збереження емульсії протягом всього терміну придатності та забезпечує високу механічну міцність піни після збивання. В ході експериментальних досліджень визначено піноутворюючу здатність, механічну міцність піни оздоблювального напівфабрикату на основі рослинних олій.

Так, зі збільшенням часу дозрівання до 6 годин ПЗ збільшується  $450 \pm 20$  % (рис. 5, крива – □) та механічна міцність піни до  $3200 \pm 100$  Па (рис. 5, крива – ◇) подальше збільшення часу дозрівання оздоблювальних напівфабрикатів не впливає на ПЗ та механічну міцність піни.

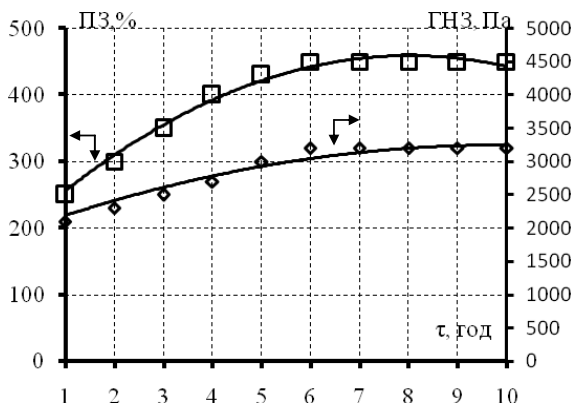


Рис. 5. Динаміка піноутворюючої здатності(□) та механічної міцності (◇) оздоблювального напівфабрикату в процесі дозрівання (за  $t=4 \dots 8$  °C)

Отже, раціональною тривалістю дозрівання напівфабрикату є тривалість  $(6 \dots 8) \times 3600$  с за температури  $4 \dots 8$  °C.

## 6. Висновки

На основі експериментальних досліджень визначено раціональні технологічні параметри виробництва оздоблювального напівфабрикату на основі рослинних олій, який може використовуватися для виробництва кремів для кондитерських виробів та десертів. Визначено, що раціональна температура відновлення сухого знежиреного молока і емульгування олії становить  $75 \pm 2$  °C. Оптимальними параметрами гомогенізації емульсії є двостадійна гомогенізація за температури  $70 \dots 75$  °C та тиску 100 атм. на першій стадії та 50 атм. на другій стадії, що дозволить досягти розмірних характеристик  $0,1 \dots 0,3$  мкм з подальшим охолодженням до температури  $4 \dots 8$  °C і дозріванням напівфабрикату протягом  $(6 \dots 8) \times 3600$  с за температури  $4 \dots 8$  °C, що забезпечує ПЗ –  $450 \pm 20$  % та механічну міцність піни  $3200 \pm 100$  Па.

## Література

1. Просеков, А. Ю. Физико-химические основы получения пищевых продуктов с пенной структурой [Текст] / А. Ю. Просеков. – Кемерово, 2001. – 172 с.
2. Кандабаев, В. В. Разработка и исследование технологии производства сбивного полуфабриката на молочно-растительной основе [Текст]: дис. ...канд. техн. наук: 05.18.04 / В. В. Кандабаев. – К., 2002. – 168 с.
3. Dickinson, E. Competitive adsorption in protein stabilized emulsions containing oil-soluble and water-soluble surfactants [Text] / E. Dickinson; P. Walstra eds. // Food Colloids and Polymers. Stability and Mechanical Properties, 1993. – P. 312–322. doi: 10.1533/9781845698270.312
4. ГОСТ 26889-86 Продукты пищевые и вкусовые. Общие указания по определению содержания азота методом Кельдаля [Текст] / Введ. 01.01.87. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 4 с.
5. Кафка, Б. В. Технологический контроль кондитерского производства [Текст] / Б. В. Кафка, И. С. Лурье. – М.: Пищевая Промышленность, 1988. – С. 207–208.
6. Горальчук, А. Б. Реологичні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик: Навчальний посібник [Текст] / А. Б. Горальчук, П. П. Пивоваров, О. О. Гринченко, М. І. Погожих, В. В. Полевич, П. В. Гурський. – Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. Харків, 2006. – 63 с.
7. Omel'chenko, S. B. Argumentation of emulsifier part in the recipe of foam and emulsion dairy products containing vegetable fats [Text] / S. B. Omel'chenko, A. B. Goralchuk, O. O. Goralchuk // The Advanced Science Journal. – 2014. – Vol. 2014, Issue 7. – P. 28–32. doi: 10.15550/asj.2014.07.028
8. Омельченко, С. Б. Обоснование рецептурного состава молочных пеноэмульсионных продуктов с использованием растительных жиров [Текст]: сб. науч. трудов / С. Б. Омельченко, А. Б. Горальчук // Материалы Международной научно-практической конференции. Саратов. – 2013. – Вип. 1. – С. 141–147.
9. Измайлова, В. Н. Поверхностные явления в белковых системах [Текст]: учеб. / В. Н. Измайлова, Г. П. Ямпольская, Б. Д. Сумм. – М.: «Наука», 1985. – 270 с.
10. Марков, А. С. Разработка и товароведная оценка сбивных отделочных полуфабрикатов на основе растительных

сливок, обогаченних вітамінами [Текст]: дис. ...канд. техн. наук: 05.18.15 / А. С. Марков. – К., 2006. – 130 с.

11. Ермош, Л. Г. Технологические основы производства сливочных и белковых кремов и использованием растительных добавок [Текст]: дис. ...канд. техн. наук: 05.18.04, 05.18.16/ Л. Г. Ермош. – К., 1996. – 221 с.

12. Omel'chenko, S. B. The influence of process parameters on the formation of interfacial adsorption layers system «Skim milk - surfactants» French Journal of Science and Education [Text] / S. B. Omel'chenko, A. B. Goralchuk, S. V. Zhuravlev // French journal of Scientific and Educational Research. – 2014. – Vol. 2, Issue 12. – P. 322–344.

#### References

1. Prosekov, A. J. (2001). Physical and Chemical Fundamentals obtain pyschevyh produktov with pennoy strukturoy. Kemerovo, 172.

2. Kandabaev, V. V. (2002). Investigation of technology development and production in dairy sbyvnoho Semi-rastytelnoy basis. Kiev, 168.

3. Dickinson, E., Walstra, P. (Eds.) (1993). Competitive adsorption in protein stabilized emulsions containing oil-soluble and water-soluble surfactants // Food Colloids and Polymers: Stability and Mechanical Properties, 312–322. doi: 10.1533/9781845698270.312

4. GOST 26889-86 produkty pyschevye and vkusovye. Sharing specified by Definition CONTENT nitrogen by Keldalya (1986). intr. 1.1.87. Moscow: Izd standartov, 4.

5. Kafka, B. V., Lurie, Y. S. (1988). Control of technological confectionary production. Moscow: Pyshevaya Promyshlennost, 207–208.

6. Horalchuk, A. B., Pyvovarov, P. P., Grinchenko, A. A., Fine, M. I., Polevych, V. V., Gursky, P. V. (2006). Rheological methods of raw foods and automation of payments rheological characteristics. University of food. and trade. Kharkiv, 63.

7. Omel'chenko, S. B., Goralchuk, A. B., Hrynchenko, O. O. (2014). Argumentation of emulsifier part in the recipe of foam and emulsion dairy products containing vegetable fats. The Advanced Science Journal, 2014 (7), 28–32. doi: 10.15550/asj.2014.07.028

8. Omelchenko, S. B., Horalchuk, A. B. (2013). Rationale prescription composition of milk penoemulsiyonyh produktov s Using rastytelnyh fats. Sat. scientific. Labor. Horalchuk materials Mezhdunarodnoy scientific conference. Saratov, 1, 141–147.

9. Izmailova, V. N., Yampolskaya, G. P., Summ, B. D. (1985). Poverhnostnye phenomenon in belkovykh systems. Moscow: "Nauka", 270.

10. Markov, A. S. (2006). Development and evaluation of tovarovednaya sbyvnyh otdelochny'h polufabrykatov based on rastytelnyh cream, vitamin obohaschennyh. Kiev, 130.

11. Ermosh, L. G. (1996). Technological Fundamentals slyvochnykh production and belkovykh creams and supplements rastytelnyh Using. Kiev, 221.

12. Omel'chenko, S. B., Goralchuk, A. B., Zhuravlev, S. V. (2014). The influence of process parameters on the formation of interfacial adsorption layers system «Skim milk - surfactants» French Journal of Science and Education. French journal of Scientific and Educational Research, 2 (12), 322–344.

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук Пивоваров П. П.  
Дата надходження рукопису 27.01.2015*

**Омельченко Світлана Борисівна**, здобувач, кафедра технології харчування, Харківський державний університет харчування та торгівлі, вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051  
E-mail: gonch\_svetla@mail.ru

**Горальчук Андрій Богданович**, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології харчування, Харківський державний університет харчування та торгівлі, вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051  
E-mail: abgora@gmail.com

**Федак Наталя Василівна**, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології харчування, Харківський державний університет харчування та торгівлі, вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051  
E-mail: farike@mail.ru